

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-62678

(P2001-62678A)

(43)公開日 平成13年3月13日(2001.3.13)

(51)Int.Cl.

B23Q 15/26

識別記号

FI

B23Q 15/26

データ(参考)

3C001

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全9頁)

(21)出願番号 特願平11-235098

(22)出願日 平成11年8月23日(1999.8.23)

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 岡田 潔

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74)代理人 100102439

弁理士 宮田 金雄 (外2名)

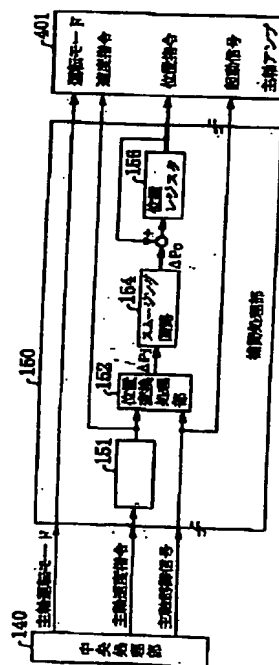
Fターム(参考) 3C001 KA01 TA02 TB04

(54)【発明の名称】 数値制御装置

(57)【要約】

【課題】 従来の数値制御装置は、速度ループ運転中に主軸停止指令を発しても主軸の停止位置が定まらないために、主軸停止指令とは別に主軸の停止位置を定めるための主軸オリエント指令を実行しなければならず、オリエント動作及びその動作を実行するための時間が余分に生じた。

【解決手段】 特定の指令または外部信号により、プログラムに基づく速度指令が位置指令に変換され、この変換された位置指令に基づき主軸が運転される位置ループ運転が行われ、前記位置ループ運転の実行途中で、前記主軸に対する停止位置及び停止角度を示す停止指令を設定し、前記停止指令を実行すると、前記停止位置及び停止角度に前記主軸を設定する。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 特定の指令または外部信号により、プログラムに基づく速度指令が位置指令に変換され、この変換された位置指令に基づき主軸が運転される位置ループ運転が行われ、

前記位置ループ運転の実行途中で、前記主軸に対する停止位置及び停止角度を示す停止指令を設定し、前記停止指令を実行すると、前記停止位置及び停止角度に前記主軸を設定することを特徴とする数値制御装置。

【請求項2】 速度指令に基づき主軸が運転される速度ループ運転モードから位置指令に基づき前記主軸が運転される位置ループ運転モードに、または前記位置ループ運転モードから前記速度ループ運転モードに切り換えられることを特徴とする請求項1に記載の数値制御装置。

【請求項3】 速度指令に基づき主軸が運転される速度ループ運転モードでの速度ループ運転が適切に運転されているかどうか、または位置指令に基づき前記主軸が運転される位置ループ運転モードでの位置ループ運転が適切に運転されているかどうかを判断し、

前記主軸の運転モードを制御することを特徴とする請求項1に記載の数値制御装置。

【請求項4】 主軸と、前記主軸を起動させるプログラムと、前記プログラムに設定された前記主軸に対する速度指令を前記主軸に対する位置指令に変換する変換処理部とを有し、前記位置指令に基づき前記主軸を移動させることを特徴とする数値制御装置。

【請求項5】 変換処理部は、単位時間当たりの回転数を示す速度指令を、主軸の起動方向若しくは停止を示す制御信号で補正して、単位時間当たりの移動量を示す位置指令に変換することを特徴とする請求項4に記載の数値制御装置。

【請求項6】 主軸に対する停止指令が実行されると、前記停止指令に基づく停止位置及び停止角度を、前記主軸が通過したか否かで判断し、前記停止位置及び停止角度に前記主軸を収束させ停止させることを特徴とする数値制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、主軸機構を有する工作機械を制御する数値制御装置に利用され、プログラムで指令された速度指令を位置指令に変換し、この位置指令により主軸機構の起動や停止を制御し、主軸機構を停止させた時にはその主軸機構の角度をコントロールできるようにしたものである。

【0002】

【従来の技術】従来の数値制御装置（以下NCと略す）に於ける主軸制御は、通常速度ループ運転で主軸を制御しているので主軸を停止した時の主軸の位置はバラバラであった。このため自動工具交換（以下ATCと略す）

を行う場合はATC動作を行う前にオリент指令を実行させ、主軸をATC実行可能な角度に設定し、その主軸の角度を保つ必要があった。

【0003】そのために通常、速度が制御されていた主軸に対する停止指令の後に主軸を自動工具交換可能に設定するオリент指令をプログラムの別ブロックでプログラムして実行させていたので、ATCの実行までには主軸停止指令にともなう「主軸停止時間」とオリент指令にともなう「主軸オリент時間」の合計時間が、ATCの準備時間として必要であった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来の数値制御装置は、速度ループ運転中に主軸停止指令を発しても主軸の停止位置が定まらないために、主軸停止指令とは別に主軸の停止位置を定めるための主軸オリент指令を実行しなければならず、オリент動作及びその動作を実行するための時間が余分に生じる。

【0005】本発明はこのような問題点を解決するためになされたものであり、位置ループ運転での主軸停止指令によって主軸の停止位置を特定の位置に保つように、主軸を特定の停止位置に設定するオリент動作及びその動作を実行するための無駄な時間を排除し、より効率的に主軸を停止させる数値制御装置を提供するものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、通常の主軸の速度指令を位置指令に変換する手段を設け、主軸に対する指令を常に位置指令となるように構成すると共に、位置指令を目的に応じてコントロールする手段とを設けて、主軸の刻々の角度及び速度をコントロールできるようにし、停止位置もコントロールできるようにした。

【0007】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 図1は本発明によるNCを搭載した機械の全体構成図であり、NC100に取り付けられたCRTなどの表示装置200と操作スイッチやランプが付いた操作盤300とでNCの制御装置部分が構成され、NCから出される各種指令は駆動部400に伝達され、機械駆動用のサーボモータ及び主軸モータ500が駆動され、それと同時に位置検出用のエンコーダ600と機械700が駆動されるようにしている。

【0008】図2は実施形態1に示したNC装置の概要を示すブロック図で、操作盤300からの信号に回答して各種指令を作成・編集する入力処理部110、入力処理部により生成された各種指令を格納するデータ部130、データ部の各種指令を演算処理してプログラムの1ブロック分の実行指令を生成する中央処理部140、中央処理部からの1ブロック分の実行指令を受け取り、単位時間当たりの各軸の移動量を演算する補間処理部150、補間処理部で作成された各軸の移動量は駆動部400

0に送られてサーボモータ及び主軸モータ500を駆動させる。また表示部120は入力処理部110からの指示によりプログラムを作成・表示したり各種指令を見やすいように加工してCRTなどの表示器200に出力する。

【0009】図3は、従来の一般的な主軸制御方法を示すブロック図であり、中央処理部140で解析され得られた1ブロック分の実行指令に含まれる主軸制御に関する情報が、主軸運転モード141、主軸速度指令142、主軸制御信号143の形で補間処理部150に出力される。主軸運転モード141は主軸の動作モードを与える信号であり、主軸オリентモード・主軸割り出しモード・主軸位置ループ運転モード・主軸速度ループモードなどがあり、この主軸運転モードにより主軸アンプ401（駆動部400）は所定の動作を行う。

【0010】また主軸速度指令142は、毎分当たりの回転数で与えられる場合と、主軸の周速度で与えられる場合がある。補間処理部150は、周速度で与えられた場合、毎分当たりの回転数に変換する為に周速一定処理151を行い、どちらの指令に対しても毎分当たりの回転数を主軸速度指令として主軸アンプ401に出力する。これにより主軸アンプ401は所定の動作を行う。

【0011】また主軸制御信号143は具体的に主軸を正/逆転起動したり停止させたりする重要な制御用の信号である。このように、従来の方式では、主軸がどの角度にいるのかを知る方法が無かったし、またどの位置で止めるかを制御する方法も無く、毎分当たりの回転数を主軸速度指令として出力しているに過ぎなかった。

【0012】図4は本発明の特徴を示す主軸の位置ループ制御方法を示すブロック図であり、中央処理部140で解析された1ブロック分の実行指令に含まれる主軸制御に関する情報が、主軸運転モード141、主軸速度指令142、主軸制御信号143の形で補間処理部150に出力される。主軸運転モード141は主軸の動作モードを与える信号であり、主軸オリентモード・主軸割り出しモード・主軸位置ループ運転モード・主軸速度ループモードなどがあり、この主軸運転モード141により主軸アンプ401は所定の動作を行う。

【0013】また主軸速度指令142は、毎分当たりの回転数で与えられる場合と、主軸の周速度で与えられる場合がある。補間処理部150は、周速度で与えられた場合、毎分当たりの回転数に変換する為に周速一定処理151を行い、どちらの指令に対しても毎分当たりの回転数を指令として位置変換処理部152に出力する。

【0014】また主軸制御信号143は具体的に主軸を正/逆転起動したり停止させたりする重要な制御用の信号である。この主軸制御信号は、主軸の位置をコントロールするために位置変換処理部152に出力される。

【0015】位置変換処理部152は前述毎分当たりの回転数（単位：rpm）を示す主軸速度指令142と主

軸制御信号143とにより単位時間当たりの主軸位置（角度）の変化量（ ΔP_i ）、つまり単位補間処理周期当たりの主軸の回転度数を以下の変換式により算出する。

$$\Delta P_i = (S/60) * \Delta t * 360 \quad (\text{度})$$

S : 回転数 (rpm)

Δt : 補間処理周期 (sec)

【0016】また、位置変換処理部152は主軸制御信号143の種類（状態）により、上述の変換式より算出した変化量（ ΔP_i ）を以下のように補正する。

1) 主軸制御信号143が正転起動の場合は $\Delta P_i = \Delta P_i$

2) 主軸制御信号143が逆転起動の場合は $\Delta P_i = -\Delta P_i$

3) 主軸制御信号143が主軸停止の場合は $\Delta P_i = 0$

補正された単位時間（補間処理周期 Δt ）当たりの主軸位置（角度）の変化量（ ΔP_i ）はスムージング回路154に送出される。

【0017】スムージング回路154に入力された補正後の単位時間当たりの主軸位置（角度）の変化量 ΔP_i は、図5に示すスムージング回路154の特性により段階的に滑らかな変化量（ ΔP_o ）に加工され、位置レジスタ156に加算される。なお、スムージング回路154は周知の技術であり、ここではその詳細について特に触れない。

【0018】位置レジスタ156の内容は補間処理周期 Δt (sec) 毎に更新され、位置指令として主軸アンプ401に出力される。

【0019】この結果、主軸モータは位置指令に基づいて、プログラムで与えられた毎分当たりの回転数で回転する。また、位置レジスタ156の値（内容）を参照することにより、主軸の現在位置（角度）を知ることが出来る。なお、位置変換処理部152、スムージング回路154、及び位置レジスタ156を含めて変換処理部と称してもよい。

【0020】本実施形態の数値制御装置によれば、主軸に対する速度指令を位置指令に変換し、主軸を位置ループで運転できるため、負荷変動などにより主軸の速度が変動すること無く、安定した回転を得ることができる。また、位置指令による制御のため、他の主軸またはサーボ軸との同期をとることも可能となる。

【0021】実施の形態2。次に、実際に主軸位置ループ運転モードで主軸を制御する例を説明する。図6は図4で示した周速一定処理151を実現する周速一定処理部の処理フロー図であり、中央処理部140で処理されるメインプログラムから呼ばれるサブルーチン（SUB1）である。

【0022】ステップ（以下、Sとする）1は、中央処理部140で処理された1ブロック分の実行指令に含

れる主軸速度指令を読み込み、S (= Step) 2で前述主軸速度指令の属性、即ち回転数で与えられた指令か、周速度で与えられた指令かを判断し、周速度で与えられている場合はS 3の処理で、毎分当たりの周速度を円周の長さで割ることで、毎分当たりの回転数を算出する。なお、図6中のDは円周の直径の長さである。結果として本処理により主軸速度指令はすべて毎分当たりの回転数に変換される。

【0023】図7は主軸の回転数から与えられた主軸速度指令から単位時間当たりの主軸位置の変化量を算出する処理のフロー図で、メインプログラムから呼び出されるサブルーチン (SUB2) である。

【0024】S 4で、前述した周速一定処理 (図6) を呼び出し、主軸の毎分当たりの回転数を取得し、S 5で単位時間当たりの位置変化量 (単位時間当たりの移動量) ΔP_i を算出する。

【0025】S 6は中央処理部140で処理された主軸制御信号 (通常M3: 主軸正転起動、M4: 主軸逆転起動、M5: 主軸停止) の内、主軸停止の信号があるか判断し、主軸停止の信号が有効の場合はS 7に進んで定位で停止する命令 (主軸定位停止指令) が含まれているかをチェックする。ここで前述定位停止命令が有効の場合は更にS 8に進み後述する停止位置到達フラグがオンしたかチェックし、停止位置到達フラグがオンしている場合は前述した単位時間当たりの移動量 ΔP_i をクリアしてS 9移動を止める。

【0026】またS 7で定位停止命令が無効の場合は任意の位置で停止させても良いので、S 9に進んで移動量 (ΔP_i) をクリアして移動を止める。またS 6で主軸停止の信号が無いと判断した場合は正転または逆転の起動状態であるので、S 10で停止位置到達フラグを初期化しておき、S 11で逆転起動の信号が有効か判断し、有効の場合は逆転方向に進めるために単位時間当たりの移動量 (ΔP_i) の符号を逆にする。また正転起動の場合はそのままの符号で出力する。

【0027】図8は、主軸が目的の位置に到達したかチェックし、到達した場合は目的の位置で停止するように位置指令を補正する処理のフロー図であり、メインプログラムから呼び出されるサブルーチン (SUB3) である。

【0028】S 13は今回の位置指令を算出するステップで、前述した位置レジスタ156の値と、スムージング回路154にたまっている実行されていない変化量 (ΔP_o) の合計値と、今回出力する予定の移動量 (ΔP_i) の総和を求めて、今回指令値 (P_n) を算出する。

【0029】S 14で本処理の処理結果 (Rst s) を初期化しておく。S 15は移動量 (ΔP_i) の符号をチェックするステップで、移動量 (ΔP_i) がマイナスの時は逆転起動時の到達判別ステップであるS 16へ、ま

た移動量 (ΔP_i) がプラスの時は正転起動時の到達判別ステップであるS 17へ、それぞれジャンプする。

【0030】S 16は前述した逆転起動時の到達判別ステップであり、 P_n は前述S 13で算出した今回指令値、Cは本サブルーチンが呼び出される時にメインプログラムから受け取る到達位置 (主軸定位位置)、 P_s は後述するS 27で作られる前回指令値である。逆転起動の場合は指令値が0、359、358357・・・と変化して行くので到達位置に着いたかどうかの判断は「前回指令値 (P_s) が到達位置 (C) より大きく、かつ今回指令値 (P_n) が到達位置 (C) より小さいまたはイコール (即ち到達位置を乗り越えた) で行う。

【0031】同様にS 17の正転起動の場合は指令値が0、1、2、・・・と変化して行くので到達位置に着いたかどうかの判断は「前回指令値 (P_s) が到達位置 (C) より小さく、かつ今回指令値 (P_n) が到達位置 (C) より大きいまたはイコール (即ち到達位置を乗り越えた) で行う。

【0032】正転起動の場合も逆転起動の場合も、到達位置に着いたと判断された場合はS 18に進み、今回の移動量 (ΔP_i) と今回指令値 (P_n) を補正して、位置指令が到達位置とイコールになるようにする。S 19で、今回出力する移動量 (ΔP_i) で到達位置に来ることを示すために処理結果 (Rst s) を0にして終了する。

【0033】図9は、位置変換処理部152全体のフロー図であり、メインプログラムとして示している。この位置変換処理部152の中で位置指令をコントロールすることで主軸の停止位置を均一に保っている。

【0034】まずS 20で前述したSUB2を呼び出して今回の移動量 (ΔP_i) を取得し、S 21は中央処理部140で解析された1ブロック分の実行指令の中に主軸定位停止指令が含まれているかチェックするステップ、S 22は移動量 (ΔP_i) により主軸定位 (停止位置) に到達したかチェックするステップ、S 24は停止位置に到達した場合に位置指令を停止位置に合わせるように補正するステップである。

【0035】S 25は位置指令が停止位置に合ったことをチェックするステップ、S 26は位置指令が停止位置に合ったことを確認する「停止位置到達フラグ (FG)」をセットするステップである。S 27は停止位置である到達位置を検出するための前回指令値 (P_s) を作成するステップで、全部の処理が終了した時点で今回指令値 (P_n) を代入して次回処理の時の前回指令値 (P_s) とする。

【0036】次に動作について説明する。中央処理部140ではプログラム上に主軸定位停止指令が含まれているかを判断し、例えば主軸を任意の位置で停止させる通常の主軸停止指令は「M5:」のコードで判断するが、「M5. ;」と小数点を指定した場合は主軸定位

停止指令と判断するようにする。その場合でもM指令としてはM5が出力される。

【0037】前述「M5. ;」が実行されると中央処理部140は主軸定位置停止指令と判断し主軸定位置停止指令を有効にするのでS22が実行され、S22で停止位置に到達するまでS23～S25の処理が繰り返し実行される。S23では必要に応じて主軸角度が指定され、ここでは仮にC=0度とする。

【0038】やがて位置指令=Cとなった時点でRst s=0となるのでS26に進んで停止位置到達FGがオンし、図7のS8で停止位置到達FGを待つステップの条件が成立しS9が実行され、停止位置に到達した次の回からの実行指令は止められ、主軸は停止位置に到達後停止する。

【0039】本実施形態の数値制御装置によれば、主軸を停止させた時の主軸位置(角度)を正確に把握することができる。

【0040】また、例えば主軸を0度の位置で停止させる場合、数値制御装置ではまずプログラムで与えられた主軸の速度指令を主軸位置指令に変換し、変換された主軸位置指令を主軸駆動部へ刻々と位置指令として与え続ける。そして、主軸停止指令が検出されると、数値制御装置は、主軸駆動部へ刻々と出力される位置指令を、0度にまたがるタイミングまで遅らし、位置指令が0度をまたがるタイミングに強制的に0度の位置での主軸停止を指令し、それ以後は新たな位置指令が出力されないようにすることで主軸の停止位置を均一に(0度の位置)保つ。

【0041】また、前述の例によれば、主軸停止指令で主軸を停止させた時、主軸が常に0度の位置で停止するので、ATC位置が0度の場合はそのままATCを実行することができ、オリент指令の実行に伴う無駄な時間を費やすことなく、工具交換に要する時間を短縮することができる。また、これはATC以外にも利用可能であり、主軸停止時の主軸角度を一定値あるいは任意の特定値にする場合に有効である。

【0042】このように、従来は、主軸を特定位置に設定するため、速度ループ運転の主軸停止指令に基づく「主軸停止時間」とオリент指令に基づく「主軸オリент時間」との2ステップの動作時間が必要であったにもかかわらず、本実施形態の数値制御装置では、位置ループ運転の主軸停止指令に基づく「主軸停止時間」の1ステップの動作時間を要するだけで主軸を特定位置に設定することができ、非常に効率的である。

【0043】本実施形態の数値制御装置によれば、通常の主軸停止を行う場合でも、主軸の停止位置が保証されるため、改めて主軸オリент機能を使用して主軸の停止位置を決定する必要が無く、無駄な主軸オリент動作を排除できるので、主軸オリент動作に要する時間が短縮でき、機械の生産性を向上させることが出来る。

【0044】実施の形態3、実施形態2と同様の手順であるが、主軸を任意の位置に停止させるために停止角度をプログラムで与えるように構成する。例えば通常的主軸停止指令は「M5. ;」のコードで判断するが、「M5. 80. ;」と小数点を指定した場合は主軸定位置停止指令と判断し、小数点以下は停止角度と判断するようにする(この場合停止角度は80度となる)。その場合でもM指令としては小数点以下が無視されてM5が出力される。

10 【0045】前述「M5. 80. ;」が実行されると中央処理部140は主軸定位置停止指令と判断し主軸定位置停止指令を有効にするのでS22が実行され、S22で停止位置に到達するまでS23～S25の処理が繰り返し実行される。S23では特に主軸角度が80度と指定されているのでC=80度がセットされる。

20 【0046】やがて位置指令=Cとなった時点でRst s=0となるのでS26に進んで停止位置到達FGがオンし、図7のS8で停止位置到達FGを待つステップの条件が成立しS9が実行され、停止位置に到達した次の回からの実行指令は止められ、主軸は停止位置に到達後停止する。

【0047】本実施形態の数値制御装置は、実施形態2の数値制御装置の改良であり、主軸の停止時の主軸角度を任意にプログラム指定できるので、色々な用途に利用できるようになり、従来2ステップで行っていた動作(主軸を停止する・主軸を目的の角度に合わせる)を1ステップにすることが出来るため、大幅な時間短縮が図れる。

30 【0048】実施の形態4、図4において、従来の速度指令での運転もできるように周速一定処理151の出力は主軸の速度指令入力(主軸アンプ401)に出力され、また中央処理部140から与えられた主軸制御信号143も起動用の制御信号として主軸アンプ401に出力される。即ち、主軸アンプ401に対しては常に速度指令と位置指令とが常時同時に与えられているので、特定の指令または外部からの信号により、主軸運転モード141を変更するだけでいつでも位置指令による位置ループ運転と速度指令による速度ループ運転とを切り換えることができる。

40 【0049】本実施形態の数値制御装置は、主軸の速度ループ運転と位置ループ運転とを必要に応じていつでも切り換えられるようにしたので、プログラマーやオペレータに切り替えの為に事前準備やタイミングなどを意識させる必要が無く、プログラマーやオペレータの負担を軽減することができる。

50 【0050】実施の形態5、従来の主軸制御では、特別な加工(例えば同期タップ、ポリゴン加工等)以外はほとんど速度ループ運転で駆動されている。速度ループ運転では刻々の位置が保証されないで切削負荷の変動で主軸の速度も変動するのが一般的である。この実施形態

では主軸の起動及び停止動作は主軸アンプ401のフルパワーを出して高速な加減速を実現し、一定速度になった時点で自動的に位置ループ運転に切り換える方法を示している。

【0051】図10においてS30は主軸が停止状態であることを確認するステップ、S31は主軸の制御信号(起動指令)が実行されたことを確認するステップ、S32は主軸の運転モードを速度ループ運転モードにするステップ、S33は主軸が位置ループ運転モードで運転中かを確認するステップ、S34は主軸が指定された速度にて運転中かを確認するステップ、S35は主軸の運転モードを位置ループ運転モードにするステップ、S36は主軸の制御信号(停止指令)が実行されたかを確認するステップである。

【0052】次に動作について説明する。S30～S31で主軸停止状態の時に主軸の起動指令(M3またはM4指令)が実行されるとS32により主軸の運転モードは速度ループ運転モードに設定され、主軸は速度ループ運転で起動される。起動された主軸は指定された速度に加速し、やがて指定速度に到達すると主軸アンプ401より主軸速度到達信号が送出される。

【0053】S33～S34では主軸速度到達信号が送出されるとS35に進んで主軸の運転モードを位置ループ運転モードに変更する。主軸は運転中に位置ループ運転モードによる運転を始め、この状態の時、S36で主軸の停止指令が実行されるのを監視し、主軸の停止指令が実行された時、S39に進み、主軸の運転モードは再び速度ループ運転モードに変更される。そして主軸は速度ループ運転で減速を続けて停止する。

【0054】本実施形態の数値制御装置は、主軸の速度ループ運転と位置ループ運転とを、それぞれの長所に基づき使い分けることができるので、プログラマーやオペレータが意識しなくても最適で精度の高い主軸制御を実行し、加工制御することができる。

【0055】

【発明の効果】以上のように、本発明の数値制御装置は、特定の指令または外部信号により、プログラムに基づく速度指令が位置指令に変換され、この変換された位置指令に基づき主軸が運転される位置ループ運転が行われ、位置ループ運転の実行途中で、主軸に対する停止位*40

*置及び停止角度を示す停止指令を設定し、停止指令を実行すると、停止位置及び停止角度に主軸を設定するものであり、停止指令とは別の、主軸を所定の停止位置に定めるための主軸オリент指令を実行する必要がなくなり、時間の無駄が減少する。

【0056】以上のように、本発明の数値制御装置は、主軸に対する停止指令が実行されると、停止指令に基づく停止位置及び停止角度を、主軸が通過したか否かで自動的に判断し、停止位置及び停止角度に主軸を収束させ停止させるものであり、停止指令とは別の、主軸を所定の停止位置に定めるための主軸オリент指令を実行する必要がなくなり、時間の無駄が減少する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 NC搭載機械の全体構成図である。

【図2】 NCの概要を示すブロック図である。

【図3】 従来の一般的な主軸制御方法を示すブロック図である。

【図4】 主軸の位置ループ制御方法を示すブロック図である。

【図5】 スムージング回路の動作を示す図である。

【図6】 周速一定処理部の処理フロー図である。

【図7】 主軸の回転数から与えられた主軸速度指令から単位時間当たりの主軸位置の変化量を算出する処理のフロー図である。

【図8】 位置指令の補正処理のフロー図である。

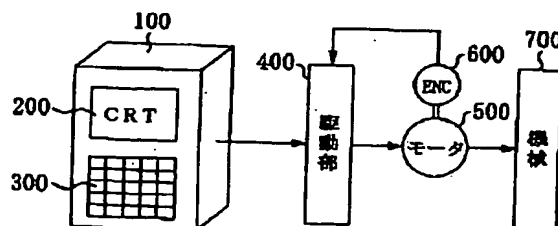
【図9】 位置変換処理部の全体処理のフロー図である。

【図10】 主軸運転モード自動切換処理のフロー図である。

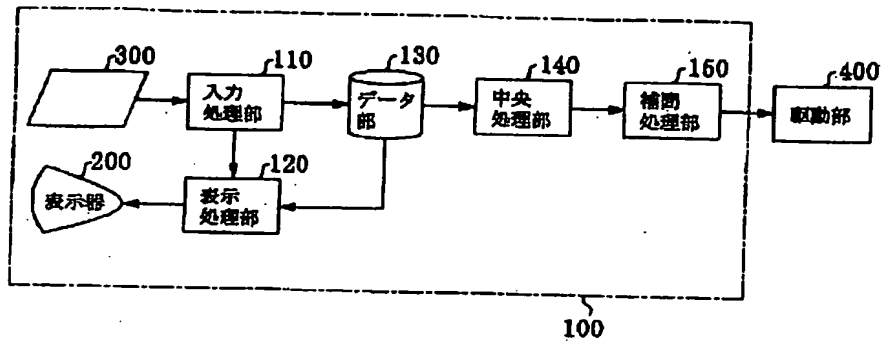
【符号の説明】

100 NC、110 入力処理部、120 表示処理部、130 データ部、140 中央処理部、141 主軸運転モード信号、142 主軸速度指令、143 主軸制御信号、150 補間処理部、151 周速一定処理、152 位置変換処理部、154 スムージング回路、156 位置レジスタ、200 表示装置、300 操作盤、400 駆動部、401 主軸アンプ、500 サーボモータ及び主軸モータ、600 エンコーダ、700 機械。

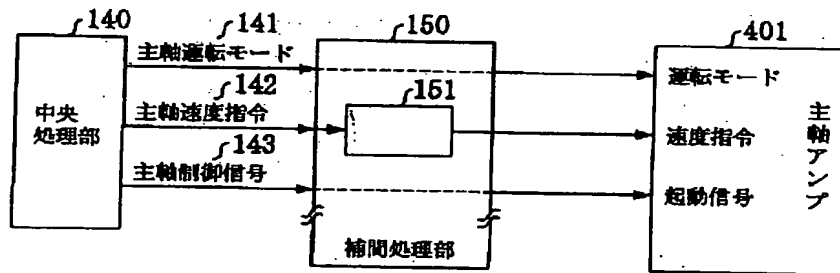
【図1】



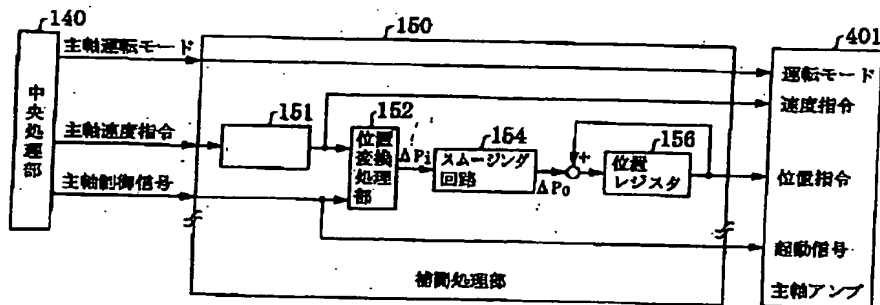
【図2】



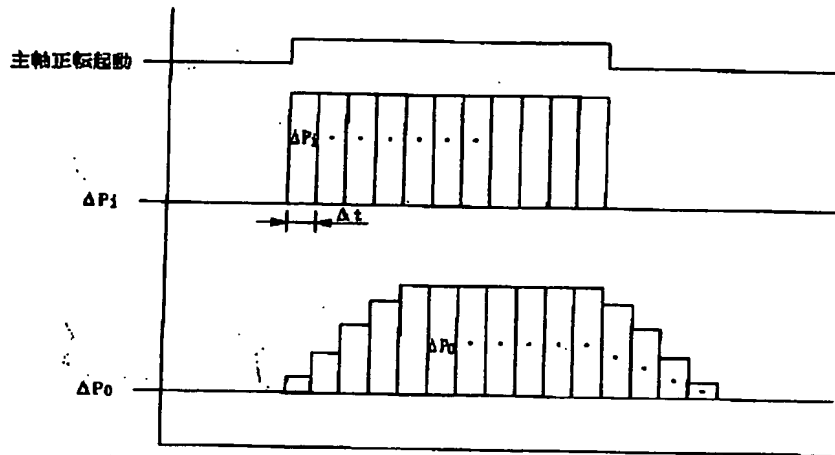
【図3】



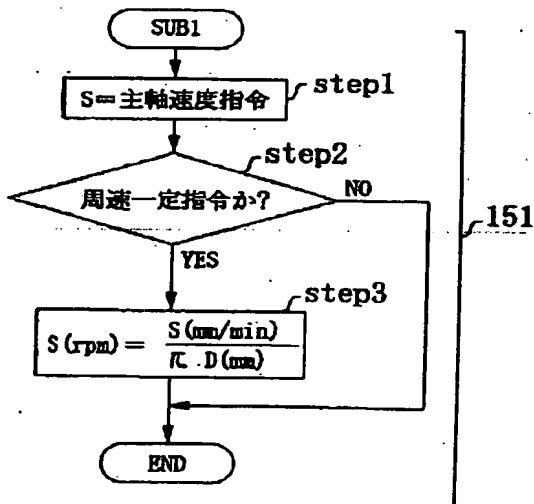
【図4】



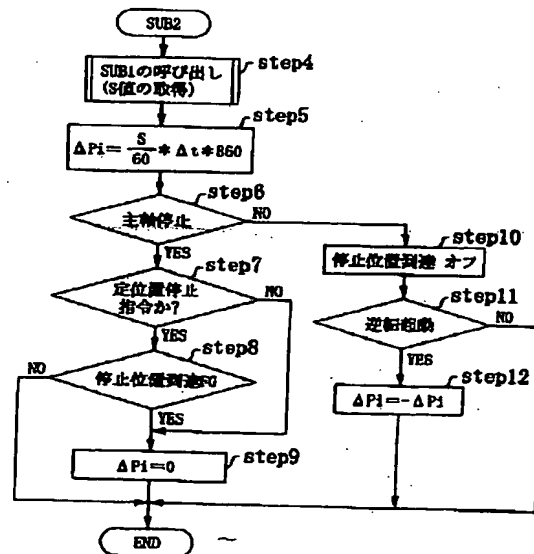
【図5】



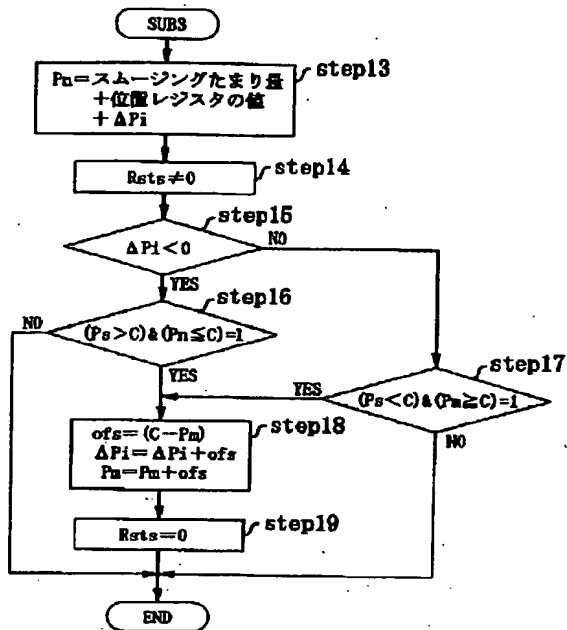
【図6】



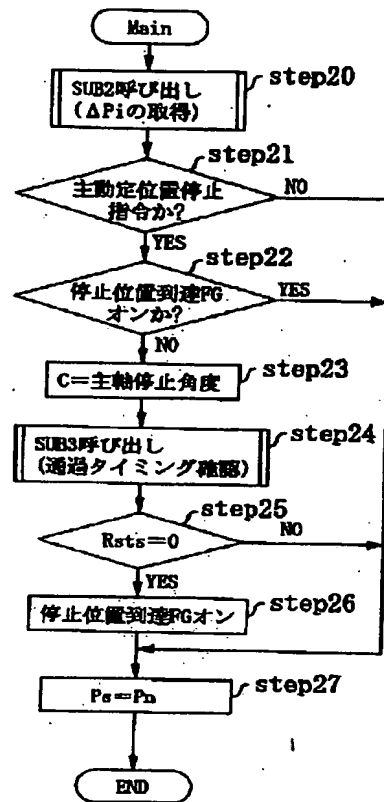
【図7】



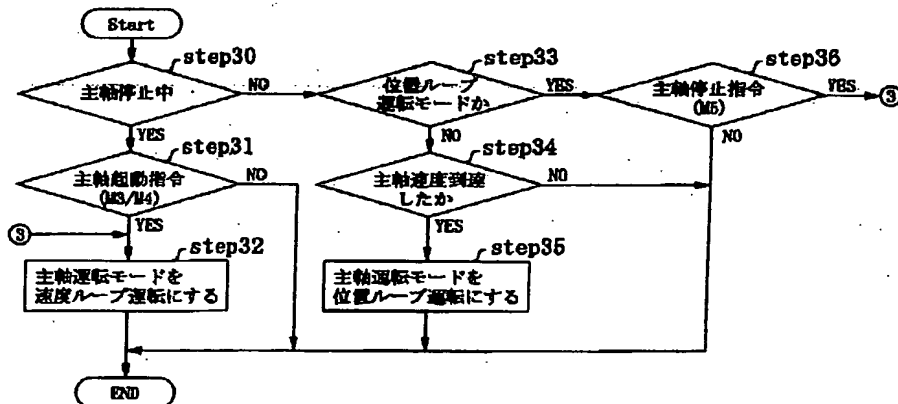
【図8】



【図9】



【図10】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.